التصميم الهندسي في تعليم العلوم

تقديم/ مرشحة الدكتوراه مشاعل بنت عبدالله الدوسري
مناهج وطرق تدريس العلوم

الأفكار الرئيسة

- الهندسة في تعليم العلوم
- المفاهيم والممارسات الهندسية
- عملية التصميم الهندسي
- اطار العمل FREMWORK لخبرات التصميم الهندسي

لماذا الهندسة في مناهج العلوم؟

١
- التصميم الهندسي يمد المتعلمين بسياق للحياة الواقعية لفهم المفاهيم المجردة (Stohlmann, Moore, & Roehrig, 2012)

٢
- دراسة الهندسة سوف تزيد من وعي المتعلمين واحتكاكهم بالمهن العلمية والتقنية (Petroski, 2003)

٣
- تساعد المشاريع الهندسية على التكامل مع التخصصات المختلفة (Pearson, 2004)

٤
- اكساب المتعلمين لمهارات القرن الواحد والعشرين مثل الإبداع، والتفكير الناقد، وحل المشكلات، والتواصل والتعاون.

الهندسة في مناهج STEM

- بناء من المعرفة عن التصميم الهندسي، والمنتجات التي من صنع الإنسان NAE,2009
- كمدخل منظم لحل المشاكل بطرق تجعل حياة الناس أسهل وأفضل EIE,2014

المفاهيم الهندسية

تبنت مؤسسة العلوم الأمريكية NSF مشروع Infuse Project وتوصلت إلى أربعة مفاهيم هندسية تعتبر أساسية و مرتبطة بتعليم العلوم.

المفهوم	التعريف
التصميم	التصميم هو عملية تكرارية تتم ضمن قيود محددة لتطوير منتجات أو أنظمة تلبي احتياجات الإنسان ورغباته.
التحليل	باستخدام الأدوات الفيزيائية، والرسوم البيانية ، والمعادلات والتجارب لتحليل البيانات والتنبؤ بأداء أو سلوك نظام.
النمذجة	إنشاء تمثيل بصري أو رياضي أو ثلاثي الأبعاد لكائن أو تصميم ، يكون في كثير من الأحيان أصغر من الأصل. غالبًا ما يستخدم النمذجة لاختبار الأفكار وتوصيلها ، وإجراء تغييرات على تصميم.
الأنظمة	النظام عبارة عن مجموعة من المكونات المترابطة المصممة بشكل جماعي لتحقيق الهدف المطلوب.

الممارسات العلمية والهندسية

- **1/ Asking Questions and Defining Problems**

طرح الأسئلة وتحديد المشكلات

العلمية

- صياغة أسئلة حول الظواهر وقابلة للاختبار تجريبيًا.
- أسئلة العلماء تكون كالتالي: ماذا يحدث؟ لماذا يحدث ؟ كيف يحدث؟
- العلوم تحاول البحث عن إجابة على الأسئلة مع عدم اتاحة الفرصة لممارسة التلاعب لإنتاج أو وضع إجابة معينة

الهندسية

- يطرح المهندسون أسئلة لتحديد المشكلة الهندسية وتحديد معايير الحل الناجح وتحديد القيود.
- أسئلة المهندسون تكون كالتالي: كيف نلبي الاحتياج؟ ما الأدوات والتقنية المتوفرة لتطوير ؟

- **2/ Developing and Using Models**
  تطوير واستخدام النماذج

العلمية

- توضيح الظواهر الطبيعية.
- تمكننا من تخيل العالم الذي لا يرى بالعين المجردة.
- اختبار التفسيرات الافتراضية

الهندسية

- اختبار الحلول الممكنة لمشكلة جديدة
- التعرف على نقاط القوة ونقاط الضعف في الأنظمة.
- تحديد القيود والمعايير الخاصة بالتصميم المقترح.

3/ Planning and Carrying Out Investigations
تخطيط وتنفيذ الاستقصاء

العلمية

- يجرى الاستقصاء العلمي في الميدان أو المختبر.
- يجرى بطريقة منهجية، بتحديد المتغيرات المستقلة والتابعة .
- جمع البيانات لاختبار النظريات والتفسيرات الموجودة أو تطوير نظريات جديدة.

الهندسية

- تحدد المتغيرات ذات الصلة ، و كيفية قياسها ، وتجمع البيانات للتحليل، لاستقصاء مدى فعالية التصاميم.
- يستخدم الاستقصاء لجمع البيانات الضرورية لتحديد معايير التصميم واختبار فعاليتها في ظل مجموعة من الشروط.

- **7/ Engaging in Argument from Evidence**
  الانخراط في الحجج المعتمدة على الدليل

العلمية

- الحجج تكون مطلوبة لتحديد أفضل تصميم معتمد على التجربة، أفضل التقنيات المناسبة لتحليل البيانات، أفضل تفسير لمجموعة البيانات المقدمة.

الهندسية

- استخدام تحليل الربح والتكلفة، تحليل المخاطر، استدعاء الجماليات، أو التنبؤات عن مستقل السوق لتبرير لماذا يكون أحد التصميمات أفضل من الآخر، أو لماذا يجب اتباع إجراءات مختلفة تمامًا

- **4/ Analyzing and Interpreting Data**
  تحليل وتفسير البيانات

العلمية

- عند جمع البيانات لابد أن تقدم على شكل أنماط وعلاقات لتسمح بتوصيل النتائج للآخرين.
- يستخدم العلماء مجموعة من الأدوات - بما في ذلك الجداول والرسم البياني والتحليل الإحصائي.
- لتحديد الميزات والأنماط المهمة في البيانات. يتم تحديد مصادر الخطأ ودرجة اليقين المحسوبة،

الهندسية

- يحتاج المهندسون ، مثل العلماء ، إلى مجموعة من الأدوات لتحديد الأنماط الرئيسية وتفسير النتائج.
- تحليل هذه البيانات ليس فقط لاتخاذ قرارات وإنما للتنبؤ وتقييم الأداء، وتقييم البدائل وبحث الإخفاقات.

- 5/ Using Mathematics, Information and Computer Technology, and Computational Thinking

استخدام الرياضيات، تقنية المعلومات والحاسوب، والتفكير الحسابي

العلمية

- والتعرف على العلاقات الكمية والتعبير عنها وتطبيقها.
- التنبؤ بسلوك الأنظمة الفيزيائية ، إلى جانب اختبار مثل هذه التنبؤات

الهندسية

- يستخدم المهندسون النماذج الرياضية والحاسوبية في التصاميم لاختبار مستوى أدائها، وتقييم ما إذا يمكن إكمالها في نطاق الميزانية المقبولة، عمليًا أي التصميم الهندسي يحدد النقاط المهمة التي تتطلب حساب لحلها

- **6/ Constructing Explanations and Designing Solutions**
  بناء تفسيرات وتصميم حلول

العلمية

- يصل العلماء إلى مفاهيمهم عن طريق النظريات والتفسيرات المعتمدة على النظرية بمساعدة النماذج والتصاميم، وعرض البيانات والأدلة.
- مشاركة المتعلمين بالتفسيرات العلمية يمكن أن يحدث تغير في مفاهيمهم، لأن التفسيرات تعني توضيح فهمهم الشخصي للأفكار العلمية، وتطوير تفسيراتهم على الملاحظات التي استخلصوها أو التصميمات التي قاموا بتطويرها.

الهندسية

- في الهندسة يكون الهدف هو التصميم بدلًا عن التفسير.
- أنشطة المهندسون تختلف عن العلماء تُحدد القيود ومعايير الصفات المطلوبة للحل، ووضع خطة للتصميم وإنتاج واختبار النماذج والاختيار بين ميزات التصاميم البديلة لتحسين تحقيق معايير التصميم، وتنقيح أفكار التصميم بالاعتماد على أداء النموذج

- **8/ Obtaining, Evaluating, and Communicating Information**
  التواصل بالمعلومات، والحصول عليها وتقويمها

العلمية

- التعبير عن الأفكار شفوياً وكتابياً ، باستخدام الجداول ، الرسوم البيانية ، الرسومات ، أو النماذج ، والمشاركة في مناقشات مطولة مع الأقران.
- اشتقاق المعنى من النصوص العلمية لتقييم الصلاحية العلمية للمعلومات التي تم الحصول عليها.

الهندسية

- يتواصل المهندسون كما هو الحال مع العلماء، لكن يكون هدفهم من التواصل هو عرض مزايا تصميماتهم بوضوح وبشكل مقنع.

عملية التصميم الهندسي

١ـ عملية منهجية أي سلسلة من الخطوات لها خصائص محددة.

٢ـ نمطية متكررة بمعنى كل تصميم جديد يختبر ويعدل.

٣ـ تتم في ضوء مواصفات محددة وتمثل الشروط الواجب توافرها في التصميم.

٤ـ يؤخذ في الاعتبار الحدود مثل (التكلفة، والوقت، ...)

٥ـ تتميز بأنه لا يوجد حل صحيح واحد بل عدد من الحلول المختلفة للمشكلة ويكون الاختيار بين هذه الحلول بناءً على اعتبارات شخصية وتقنية.

مراحل عملية التصميم الهندسي

الأولى تحديد المشكلة وتحديد المواصفات والعقبات

الثانية انتاج الأفكار لكيفية حل المشكلة وغالباً ما يستخدم المهندسون البحث والاجتماعات (مثال: العصف الذهني) للوصول إلى مجموعة من الحلول

الثالثة: اختبار الحلول الممكنة من خلال عمل نماذج رياضية او فيزيائية او تجريبية، وكلها تقدم بيانات قيمة لا يمكن الحصول عليها بأي طريقة اخرى

الرابع تحليل جودة الحلول المختلفة التي تتناسب مع جميع المواصفات والمعوقات ثم تقييم ما هو مطلوب لتطويرها

إطار العمل لخبرات التصميم الهندسي

- منذ بداية المركز الوطني(الأمريكي) للتعليم الهندسي والتكنولوجي NCETE عام ٢٠٠٤، بُذلت جهود لتحديد العناصر الضرورية لعملية التصميم الهندسي لطلاب المدارس الثانوية. ومن تحليل الأبحاث النظرية حول التصميم الهندسي، تشكل إطار عمل لخبرات التصميم الهندسي في STEM

- يهدف الإطار للإجابة على التساؤل «ما متطلبات التحدي الجيد للتصميم الهندسي؟»
- الأفكار البارزة التالية تعطينا بعض الإرشاد لإيجاد إجابات لذلك السؤال: التصميم الهندسي في المناهج ؛ تقييم خبرات التصميم الهندسي؛ وضع تتابع لخبرات التصميم الهندسي؛ واختيار تحديات التصميم الهندسي.

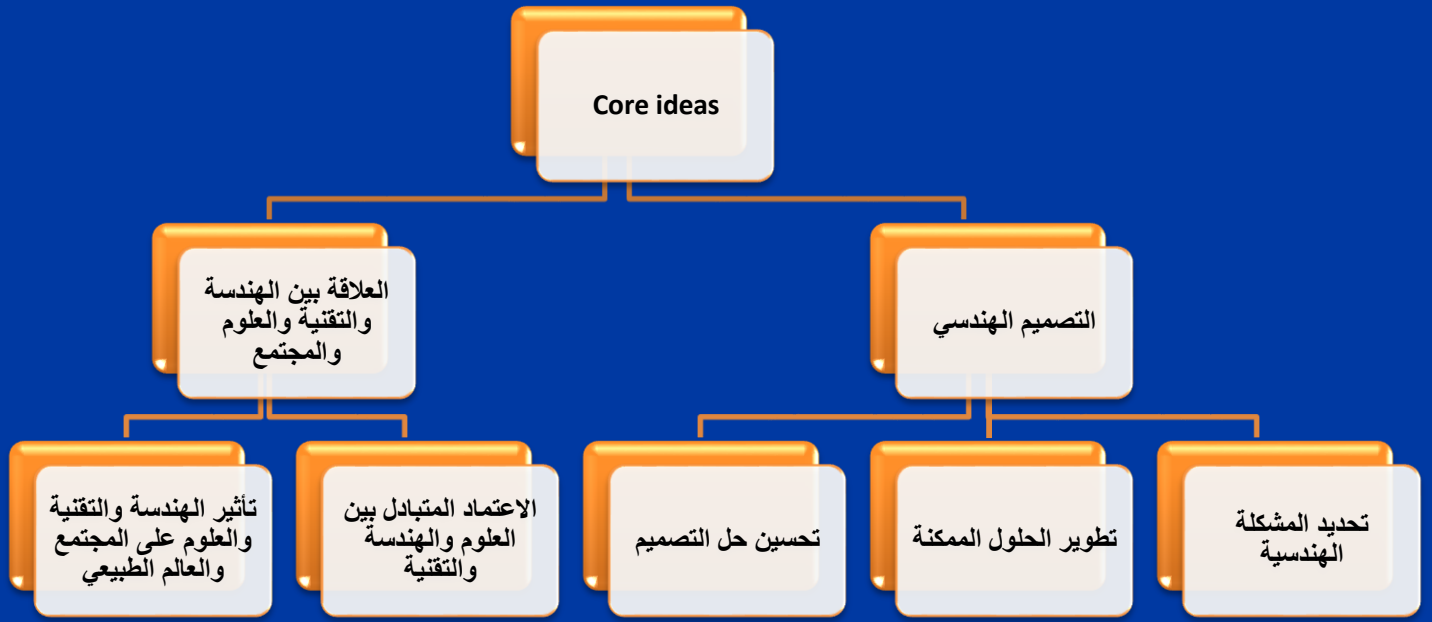
١ـ التصميم الهندسي في المناهج

- توصلت الأبحاث إلى أن دمج التصميم الهندسي في المناهج يتطلب توفر مجموعة من المعايير المرتبطة بالهندسة، و التي ستكون بمثابة مبادئ توجيهية للكفايات والمهارات والمعرفة التي يجب على جميع الطلاب تطويرها.
- وهذا ما قدمته معايير الجيل القادم حيث مكنت الهندسة من الاندماج بشكل رسمي في المناهج الدراسية من مرحلة الروضة إلى الصف الثاني عشر.

- وضعت مرتكز الممارسات العلمية والهندسية.
- وأضافت لمرتكز الأفكار الرئيسة :

١ـ التصميم الهندسي

٢ـ العلاقة بين الهندسة والعلوم والتقنية والمجتمع.


Core ideas
التصميم الهندسي
العلاقة بين الهندسة والتقنية والعلوم والمجتمع
تحديد المشكلة الهندسية
تطوير الحلول الممكنة
تحسين حل التصميم
الاعتماد المتبادل بين العلوم والهندسة والتقنية
تأثير الهندسة والتقنية والعلوم على المجتمع والعالم الطبيعي

٢ـ تقييم خبرات التصميم الهندسي

- أحد أكثر مجالات القلق بشأن دمج التصميم الهندسي في مقررات STEMهو مسألة **تقييم** الطلاب في مهام التصميم الهندسي. توصي الأبحاث العلمية بالاعتماد على التقييم الأصيل؛
- استراتيجيات التقييم المستند على الأداء.
- استخدام استراتيجيات متنوعة (التقويم التكويني، التقويم الختامي).
- توثيق تقدم تطور تعلم الطلاب (بوتفوليو).
- وتقييم قدرات التفكير الفوق معرفي.

جوانب التقييم
سياق تحدي التصميم الهندسي ويشمل عمليات التصميم الهندسي والتفكير المنظومي
المهارات المهنية
المعرفة المفاهيمية
تأثر السلوكيات والمعتقدات
استكشاف حلول متعددة واختيار أفضل الحلول وتطويرها
التعاون والتواصل والاعتبارات الأخلاقية
محتوى العلوم، الرياضيات، التقنية
الفاعلية الذاتية والوعي بالمهن

٣ـ اختيار تحديات التصميم الهندسي

- لزيادة الدوافع والاهتمام بحل التحديات الهندسية، ينبغي أن تكون التحديات مرتبطة بمشكلات العالم الواقعية، فعند وضع تحديات التصميم الهندسي لطلاب المرحلة الثانوية يجب أن تكون تحديات التصميم الهندسي لطلاب المرحلة الثانوية عبارة عن مسائل مفتوحة النهاية مع عدد من الحلول المختلفة التي يقوم فيها الطلاب بتحديد القيود، و تحليل الاحتياجات وتحديد أهدافهم الخاصة .

٤ـ التتابع في خبرات التصميم الهندسي

- تضمنت وثيقة معايير الجيل القادم NGSS مصفوفات لمعايير التصميم هندسي عبر المراحل الدراسية K-12.
- بُنيت المصفوفات بحيث تظهر نمو مراحل التصميم الهندسي عبر المراحل الدراسية.

شكرًا لحسن استماعكم